Aus der Universitätsklinik A Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. G.-A. v. Harnack

TRACHEALABSTRICHE ZUR VERLAUFSKONTROLLE DER KÜNSTLICHEN BEATMUNG BEI KINDERN. KLINISCHE BEDEUTUNG BAKTERIOLOGISCHER BEFUNDE.

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin.
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

BEATRIX BUDDE

1980

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536528_0070

Aus der Universitätsklinik A Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. G.-A. v. Harnack

TRACHEALABSTRICHE ZUR VERLAUFSKONTROLLE DER KÜNSTLICHEN BEATMUNG BEI KINDERN. KLINISCHE BEDEUTUNG BAKTERIOLOGISCHER BEFUNDE.

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin.
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

BEATRIX BUDDE

1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. Straßburg

Referent
gez.: Prof. Dr. Lemburg

Korreferent
gez.: Prof. Dr. Rosin

Meiner Mutter gewidmet

TRACHEALABSTRICHE ZUR VERLAUFSKONTROLLE DER KÜNSTLICHEN BEATMUNG BEI KINDERN. KLINISCHE BEDEUTUNG BAKTERIOLOGISCHER BEFUNDE.

BEATRIX BUDDE

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung

2. Material und Methode

3. Ergebnisse

3.1. Kinder mit positivem Trachealabstrich und mit sterilem Abstrichbefund

3.1.1. Verteilungsmuster der verschiedenen Grunderkrankungen

3.1.2. Altersverteilung und Geburtsgewicht bei Beginn der Beatmung

3.1.3. Säure-Basen-Haushalt und Blutgase (pH, p_aCO_2, p_aO_2)

3.1.4. Beatmungsdauer der untersuchten Patienten

3.2. Zeitliches Auftreten der ersten positiven Trachealabstriche

3.2.1. Einfluß des Alters der Patienten bei Beginn der Beatmung auf den Zeitpunkt der Keimbesiedlung

3.2.2. Einfluß der Grunderkrankungen bei Beginn der Beatmung

3.2.3. Einfluß des Geburtsgewichtes bei Beginn der Beatmung

3.3. Verteilung und zeitliches Auftreten verschiedener Keime in den ersten Trachealabstrichen während der Beatmung

3.4. Zusammentreffen von gleichen Keimen in Trachealabstrichen, Blutkulturen und anderen Untersuchungsmaterialien

3.5. Weitere Entwicklung des bakteriologischen Verlaufs während der Beatmung

3.6. Röntgenbefunde bei 174 beatmeten Kindern

3.7. Keimspektrum und Obduktionsbefund der während der Beatmung verstorbenen Kinder

4. Diskussion

5. Zusammenfassung

6. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Die apparative Langzeitbeatmung von Neugeborenen mit respiratorischer Insuffizienz begann mit Erfolg erst zwischen 1950 und 1960. Spätestens seit der Mitte der sechziger Jahre hat sie ihren festen Platz in der Intensivpflege beim Früh- und Neugeborenen sowie beim Säugling und Kleinkind erworben. Als zwingende Indikation zur maschinellen Beatmung gelten rezidivierende, langdauernde Apnoezustände, ein arterieller pH von weniger als 7,20, ein p_aCO_2- Wert höher als 70 mmHg und ein arterieller Sauerstoffpartialdruck von weniger als 50 mmHg bei reiner Sauerstoffatmung (Räihä, 1969; Gruber und Klaus, 1970; Swyer, 1970; Stern, 1970; Heese et al., 1970; Daily et al., 1971).
Unabhängig von den im Einzelfall verwendeten klinischen bzw. biochemischen Parametern können zahlreiche Grundkrankheiten die Beatmungsindikation herbeiführen. Man kann drei Hauptgruppen von Ursachen respiratorischer Insuffizienz hervorheben:

1. zentral und peripher nervöse Erkrankungen (Unreife, Hirnblutung, Meningo-Enzephalitis, Hirndruck, Vergiftungen u.v.a.)
2. kardiovaskuläre Erkrankungen (angeborene Vitien, Perfusionsstörungen der Lunge, Schock aus verschiedener Ursache u.v.a.)
3. bronchopulmonale Erkrankungen (Atemnotsyndrom, Aspiration, Pneumonie aus verschiedener Ursache, Lungenödem, Pneumothorax u.v.a.).

Im Rahmen der pädiatrischen Intensivpflege hat sich die prolongierte nasotracheale Intubation mit Kunststofftuben bewährt. Der nasotrachealen Intubation wird gegenüber der orotrachealen der Vorzug gegeben, weil die Fixation besser, die Salivation geringer und die Kompression des Tubus durch Beißen unmöglich wird (Podlesch, 1971). In der Intensivpflegestation der Universitätskinderklinik Düsseldorf wird seit 1967 ausschließlich

die nasotracheale Intubation bei Reanimation und künstlicher Beatmung angewendet.
Die untersuchten Patienten wurden mit veränderten Bird-Respiratoren, Servo-Ventilatoren, Spiromat 661 und Assistor 744 beatmet.
Unter den zahlreichen Komplikationen, die während der künstlichen Beatmung auftreten können, stellt die Infektion des Respirationstraktes eine der wichtigsten Gefahren dar (Loewenich, 1975; Stopfkuchen et al., 1979).

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, anhand eines gemischten Patientengutes der Intensivpflegestation der Universitätskinderklinik Düsseldorf die Art und Häufigkeit und das zeitliche Auftreten bakteriologischer Befunde des Respirationstraktes unter künstlicher Beatmung zu untersuchen.

2. Material und Methode

Gegenstand der Untersuchung sind die Krankengeschichten von Kindern, die in den Jahren 1975 und 1976 auf der Intensivpflegestation der Universitätskinderklinik Düsseldorf beatmet wurden. Die bakteriologischen Befunde der Trachealabstriche während der Beatmung wurden im Zusammenhang mit dem klinischen Verlauf kritisch gewürdigt.
Zur besseren Übersicht lassen sich die Patienten in zwei Gruppen aufteilen:

	positive Trachealabstriche	negative Trachealabstriche	Gesamt
1975	87	34	121
1976	87	46	133
Gesamt	174	80	254

Tabelle 1: Verteilung keimpositiver und -negativer Abstrichbefunde aus der Trachea von 254 Kindern während künstlicher Beatmung

Von 486 untersuchten Krankengeschichten wurden 232 für die Studie ausgeschlossen, da aus verschiedenen Gründen keine Trachealabstriche angefertigt wurden. Die Kinder sind entweder nach kurzer Beatmungsdauer verstorben oder wurden frühzeitig wieder von der Beatmung entwöhnt.
Bei 174 Patienten wurden im Verlauf der Beatmung innerhalb der ersten 24 Tage aus klinischen Gründen Trachealabstriche zum ersten Mal angefertigt und zeigten positive Ergebnisse auf.
Als Kontrollgruppe dienten 80 andere Kinder, die keine Kontamination und keine allgemeinen Infektionszeichen der Atmungsorgane aufwiesen.
Der Zeitraum dieser 24 Beatmungstage wurde in vier Abschnitte unterteilt, um den Zeitpunkt des ersten Auftretens von Erregern im Trachealabstrich festzustellen.

Die 174 Patienten und die Kontrollgruppe wiesen sechs Gruppen verschiedener Grunderkrankungen auf (Tab. 2). Außerdem ließen sie sich drei unterschiedlichen Altersgruppen zuordnen. Die ersten Trachealabstriche mit positiven bakteriologischen Befunden wurden nun hinsichtlich ihres zeitlichen Auftretens, ihrer Zuordnung zu den verschiedenen Grunderkrankungen und zum Lebensalter der Patienten überprüft. Dazu wurde der gesamte Verlauf der Beatmung in einer Längsschnittstudie bis zum Ende der Therapie durch Extubation oder Exitus verfolgt.
Nur das Untersuchungsergebnis der bakteriologischen Kultur fand Berücksichtigung. Zytologische Ausstrichsbefunde wurden ausgeklammert, da sie nicht regelmäßig vorlagen und sich deshalb dem klinischen Verlauf nicht ohne weiteres zuordnen ließen.
Die bakteriologischen Befunde an Blutkulturen und anderen Untersuchungsmaterialien (Urin, Stuhl, Mekonium u.a.) wurden mit denen der Trachealabstriche verglichen und auf gleiche Keimart hin untersucht. Auf diese Weise sollte überprüft werden, ob eine tracheale Keimbesiedlung primär, sekundär oder gleichzeitig erfolgte.
Die röntgenologischen Lungenbefunde während des Beatmungsverlaufs wurden auf sichtbare Veränderungen und deren Zusammentreffen mit bakteriologischen Befunden im Trachealsekret hin untersucht.
Die weiteren positiven Kontrollabstriche im Verlauf der Beatmung wurden herangezogen, um einen Überblick über das sich im weiteren Beatmungsverlauf einstellende Keimspektrum zu bekommen. Diese Kontrollabstriche wurden auch unter dem Gesichtspunkt des Erregerwechsels während der antibiotischen Chemotherapie untersucht.
Die Gruppe der unter der Beatmung verstorbenen Kinder wurde gesondert betrachtet. Die Beatmungsdauer, das vorliegende Keimspektrum und der Obduktionsbefund der Lunge fanden dabei besondere Beachtung.

3. Ergebnisse

3.1. Kinder mit positivem Trachealabstrich und mit sterilem Abstrichbefund

Beide Gruppen werden hinsichtlich der Grunderkrankungen, ihrer Altersverteilung, der Geburtsgewichte und des Verhaltens ihres Säure-Basen-Haushaltes zu Beginn der Beatmung miteinander verglichen (Tab. 2, 3, 4).

3.1.1. Verteilungsmuster der verschiedenen Grunderkrankungen

Einen Überblick über die Grunderkrankungen unter künstlicher Beatmung bei 174 Kindern mit positiven Befunden im Vergleich mit der Kontrollgruppe gibt Tabelle 2.

n	174	(100,0)	80	(100,0)
Pulmonal intern	103	(59,2)	39	(48,75)
Kardiovaskulär intern	28	(16,1)	12	(15,00)
Chirurgische Erkrankungen	14	(8,1)	4	(5,00)
Allgemein-Infektionen*	8	(4,6)	6	(7,50)
Intoxikationen	15	(8,6)	16	(20,00)
Zerebrale Erkrankungen	6	(3,4)	3	(3,75)

Tabelle 2: Krankheitsgruppen bei 174 Kindern mit positiven und bei 80 mit sterilen Trachealabstrichen

Die beiden Gruppen unterscheiden sich in Bezug auf die Grunderkrankung nur unwesentlich und lassen sich daher in Bezug auf die bakteriologischen Befunde gut miteinander vergleichen.

---

* Meningokokkenmeningitis (n= 2), Pneumokokkenmeningitis (n= 1), Staphylokokkenmeningitis (n= 1), Enzephalitis unklarer Genese (n= 1), Laryngitis acuta (n= 2), Pertussis (n= 2), Diphterie (n= 2), Tbc (n= 1), Toxikose (n= 2)

Die kardiovaskulären und pulmonalen Grunderkrankungen sind fast gleich häufig vertreten. Die Gruppe der Allgemein-Infektionen setzt sich aus unterschiedlichen Krankheitsbildern zusammen (Tab. 2). Hier finden sich Meningokokkenmeningitis (n= 2), Pneumokokkenmeningitis (n= 1), Staphylokokkenmeningitis (n= 1), Enzephalitis unklarer Genese (n= 1), Laryngitis acuta (n= 2), Pertussis (n= 2), Diphterie (n= 2), Tbc (n= 1) und Toxikose (n= 2).
Kinder mit Intoxikationen wurden im allgemeinen nur kurz beatmet, daher zeigt sich die überwiegende Mehrzahl in der Gruppe der sterilen Abstriche.
Geringe Unterschiede finden sich lediglich hinsichtlich der Zahl von Kindern mit chirurgischen Erkrankungen, während zentralnervöse Grunderkrankungen etwa gleich häufig vertreten sind.

3.1.2. Altersverteilung und Geburtsgewicht bei Beginn der Beatmung

In den Gruppen mit positiven und sterilen Trachealabstrichen sind die Neugeborenen ($\leq$ 7 Tage) in ungefähr gleicher Häufigkeit vertreten.
Auch die Körpergewichtsverteilung ist in beiden Gruppen annähernd gleich.
Säuglinge ($>$ 7 Tage, $\leq$ 12 Monate) sind deutlich öfter in der Gruppe mit kontaminierten Trachealabstrichen zu finden.
Die älteren Kinder ($>$ 12 Monate) sind häufiger in der Gruppe mit sterilen Befunden vertreten.

	keimpositive Trachealabstriche			keimnegative Trachealabstriche		
	n	%	Alter $\bar{X}$	n	%	Alter $\bar{X}$
Neugeborene $<$ 2.500 g	63	61	2 Tage	24	53	2 Tage
$\geq$ 2.500 g	40	39	2 Tage	21	47	2 Tage
Säuglinge	44	25	3 Mon.	9	11	4 Mon.
Ältere Kinder	27	16	13 Mon. - 15 Jahre	26	33	15 Mon. - 13 Jahre
Gesamt	174	100		80	100	

Tabelle 3: Altersverteilung der 174 Kinder mit positivem und der 80 Kinder mit sterilem Trachealabstrich

3.1.3. Säure-Basen-Haushalt und Blutgase (pH, p_aCO_2, p_aO_2)

Weiterhin sollte geprüft werden, ob sich ein Zusammenhang zwischen den Erstbefunden aus dem Säure-Basen-Haushalt und späterer trachealer Keimbesiedlung finden ließ. Dazu wurden pH, p_aCO_2 und p_aO_2- Werte herangezogen.
Es ließ sich kein statistisch zu sichernder Zusammenhang nachweisen, soweit es den pH- Wert betraf.
Anders verhielt es sich mit den p_aCO_2- und p_aO_2- Werten. Die Kinder mit positivem Trachealabstrich zeigten zu Beginn der Beatmung deutlich schlechtere p_aCO_2- und p_aO_2- Werte als die verg eichbaren Patienten aus der Gruppe mit steri en Trachealabstrichen.

	positive Tracheal-abstriche	negative Tracheal-abstriche	Differenz
pH $\geq$ 7,20	137	71	x^2 = 3,70
pH $<$ 7,20	37	9	p = 0,05
p_aCO_2 $\leq$ 70 mmHg	136	71	x^2 = 4,05
p_aCO_2 $>$ 70 mmHg	38	9	p = 0,05
p_aO_2 $\geq$ 50 mmHg	75	54	x^2 = 3,88
p_aO_2 $<$ 50 mmHg	58	23	p = 0,05

x^2- Test, 1 Freiheitsgrad, Signifikanzannahme, wenn p= 0,05.

Tabelle 4: Säure-Basen-Haushalt, Blutgase und tracheale Keimbesiedlung

3.1.4. Beatmungsdauer der untersuchten Patienten

Die Beatmungsdauer ist in der Gruppe der Kinder mit sterilem Trachealsekret deutlich kürzer. Bei positiven Befunden finden wir eine erheblich längere Beatmungsdauer (Abb. 1).

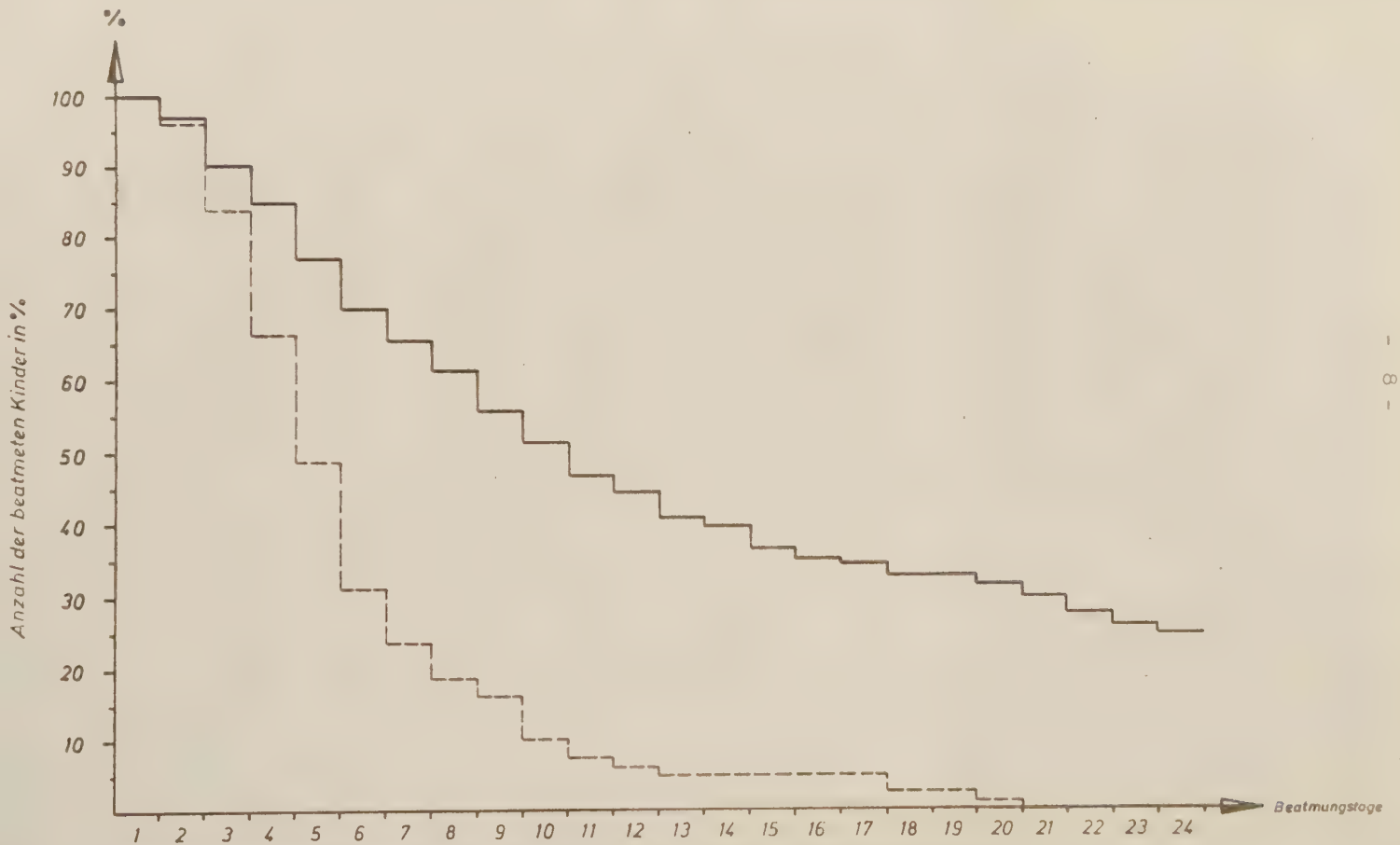

Abb.: 1 *Beatmungsdauer bei 174 Kindern mit positivem (——) und bei 80 mit sterilem Trachealabstrich (– – –). Die letztere Gruppe zeigt deutlich kürzere Beatmungszeiten.*

Während einer Beatmungsdauer von 24 Tagen verstarben von 174 43 (24,7 %) Kinder, 92 (52,9 %) wurden erfolgreich extubiert. Bei 39 (22,4 %) Patienten mußte die Beatmung weiter fortgeführt werden.
Von 80 Kindern mit sterilen Trachealabstrichen verstarben bis zum 21. Beatmungstag 21 (26,3 %) und 59 (73,7 %) konnten erfolgreich extubiert werden.

3.2. Zeitliches Auftreten der ersten positiven Trachealabstriche

Die Abbildung 2 zeigt das zeitliche Auftreten der ersten positiven Trachealabstriche von 174 beatmeten Kindern bis zum 24. Beatmungstag.
Betrachtet man die ersten drei Beatmungstage gesondert, so fällt auf, daß der prozentuale Zuwachs an erst-positiven Befunden an den einzelnen Tagen annähernd gleich war. Er betrug pro Tag durchschnittlich 15 %. Bereits am 4. Beatmungstag waren die Luftwege schon bei 52,8 % der beatmeten Kinder kontaminiert. Mit steigender Beatmungsdauer verringerte sich die prozentuale Zunahme erster positiver Abstriche.
Nach einer Woche war die Trachea bei 81,4 % der untersuchten Kinder besiedelt. Am 12. Beatmungstag war die 90 %- Grenze bereits überschritten.

3.2.1. Einfluß des Alters der Patienten bei Beginn der Beatmung auf den Zeitpunkt der Keimbesiedlung

Mit Hilfe von vier Zeitintervallen (1.-4., 1.-7., 1.-14., 1.-24. Tag) wurden die Neugeborenen, die Säuglinge und älteren Kinder anhand ihrer ersten positiven Befunde einander gegenübergestellt (Tab. 5).

Bei allen drei Altersstufen erfolgte die stärkste Besiedlung innerhalb der ersten vier Beatmungstage. Von den Neugeborenen waren jedoch bis zu diesem Zeitpunkt nur 43 %, von den

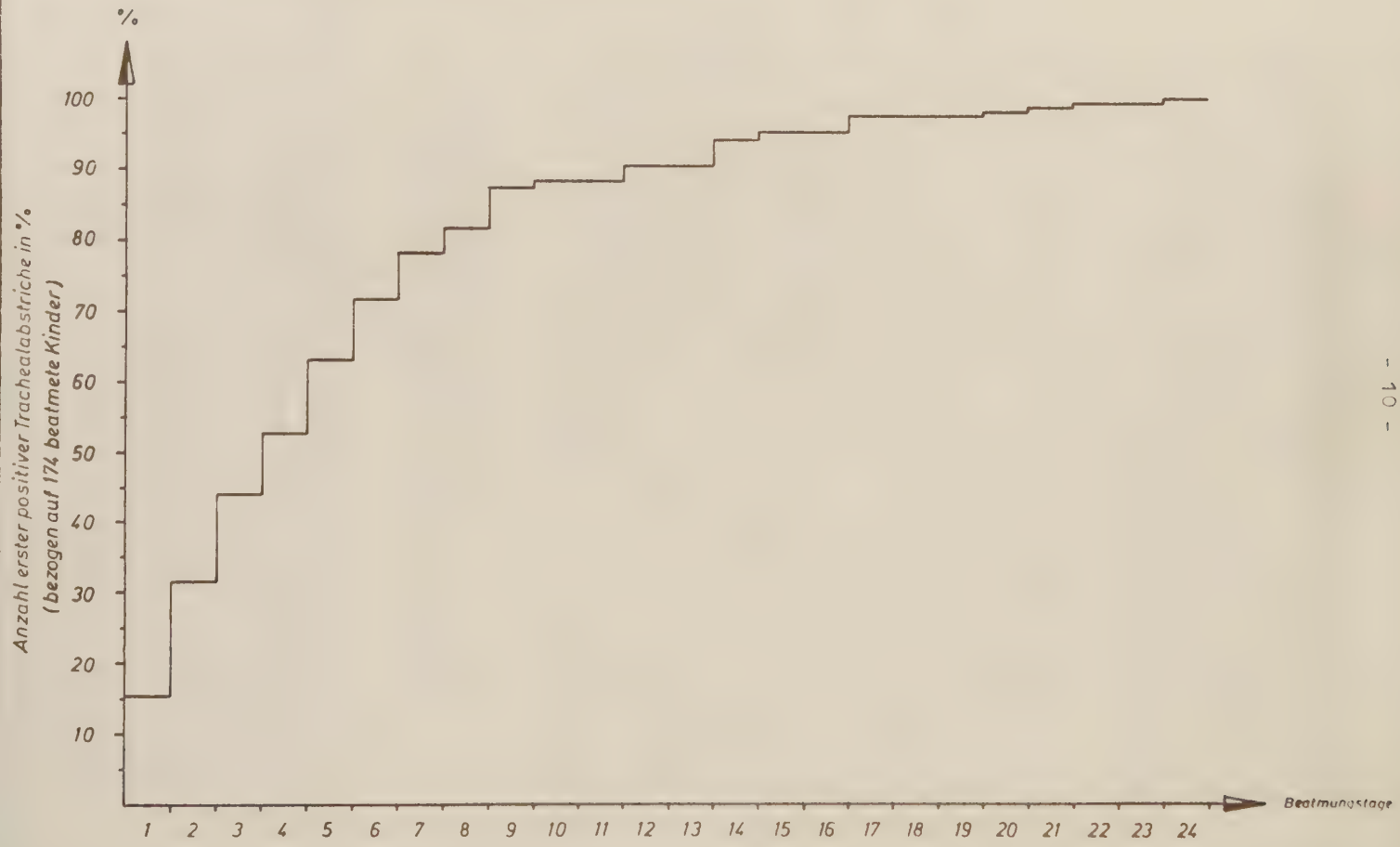

Abb.: 2 Zeitlicher Ablauf der Keimbesiedlung im Verlauf der Beatmung vom 1. bis zum 24. Tag bei 174 Kindern.

Säuglingen 66 % und von den älteren Kindern bereits 70 % kontaminiert. Bis zum 7. Beatmungstag nahmen die positiven Befunde bei den Neugeborenen um 31 %, bei den Säuglingen um 18 % und bei den älteren Kindern nur noch um 15 % zu. Allen drei Altersstufen war gemeinsam, daß bis zum 24. Beatmungstag über 90 % der Kinder eine Keimbesiedlung der Trachea aufwiesen (Tab. 5).
Außerdem läßt Tabelle 5 aus der Zahl der in den Kulturen gewonnenen Keimarten erkennen, daß in vielen Fällen offenbar Mischinfektionen vorlagen. Sie wurden nicht weiter verfolgt, da sich herausstellte, daß ihnen weniger klinische Bedeutung zuzukommen schien als vorher vermutet wurde. In vielen Fällen ließ sich nämlich äußerliche Verunreinigung und Mundhöhlensekret nicht vorher ausschließen. Das wurde besonders dann vermutet, wenn es sich um Keime handelte, die nicht zur üblichen pathogenen Flora des Kindesalters und der Intensivpflegestation gehören, sondern zu den apathogenen Saprophyten. Zudem hätte die Darstellung der Zahl möglicher Keimkombinationen den Rahmen der Untersuchung gesprengt.

Beatmungsdauer		1. - 4.	1. - 7.	1. - 14.	1. - 24. Tag
Neugeborene n= 103	Anzahl der pos. Trachealabstriche	44 (43%)	76 (74%)	95 (92%)	103 (100%)
	Anzahl der Keime	50	91	116	128
Säuglinge n= 44	Anzahl der pos. Trachealabstriche	29 (66%)	37 (84%)	42 (95%)	44 (100%)
	Anzahl der Keime	42	53	59	62
Ältere Kinder	Anzahl der pos. Trachealabstriche	19 (70%)	23 (85%)	27 (100%)	27 (100%)
	Anzahl der Keime	27	34	38	38

Tabelle 5: Zeitliches Auftreten erster positiver Trachealabstriche bei verschiedenen Altersgruppen

3.2.2. Einfluß der Grunderkrankungen bei Beginn der Beatmung

Die Grunderkrankungen des untersuchten Patientengutes sind der folgenden Aufstellung zu entnehmen:

	Art der Grunderkrankung	Anzahl der Kinder	
1.	Pulmonale Erkrankungen	103	
1.1.	Pulmonale hyaline Membranen		50
1.2.	Aspiration / Pneumonie unklarer Genese		28
1.3.	Atelektase / Dystelektase		15
1.4.	Verschiedene pulmonale Erkrankungen *)		10
2.	Kardiovaskuläre Erkrankungen	28	
2.1.	T G A		10
2.2.	Septumdefekt		8
2.3.	Aortenisthmusstenose		8
2.4.	Tricuspidalatresie		2
3.	Thorax- und Abdominalchirurgie	14	
4.	Allgemein-Infektionen **)	8	
5.	Intoxikationen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen	15	
6.	Zerebrale Erkrankungen	6	
		174	

*) congenitales lobuläres Emphysem (n= 3), Pneumothorax (n= 2), Schock / Asphyxie (n= 1), spastische Bronchitis (n= 1), Asthma bronchiale (n= 1), A-V Fistel der Lungengefäße (n= 1), Trachealstenose (n= 1)

**) s. a. Seite 5

Es wurde überprüft, ob die Grunderkrankungen der beatmeten Kinder in einem kausalen Zusammenhang mit dem Auftreten von Bakterien in der Trachea standen (Tabelle 6).

Bei den pulmonalen, kardiovaskulären, chirurgischen und zerebralen Fällen war bis zum 4. Beatmungstag durchschnittlich die Hälfte besiedelt, während es bei den Intoxikationen bereits 80 % und bei den Allgemein-Infektionen sogar schon 100 % waren. Von den 28 Kindern mit kardiovaskulären Grundleiden wurden 13 nach operativer Behandlung des Herzfehlers künstlich beatmet. Neun von ihnen wiesen bis zum 4. Tag einen positiven Trachealabstrich auf.

Beatmungsdauer		1. - 4.	1. - 7.	1. - 14.	1. - 24.Tag
Pulmonale Erkrankungen	Anzahl der pos. Trachealabstriche	47 (46%)	76 (74%)	97 (94%)	103 (100%)
Kardiovaskuläre Erkrankungen	Anzahl der pos. Trachealabstriche	15 (54%)	23 (82%)	26 (93%)	28 (100%)
Thorax- und Abdominalchirurgie	Anzahl der pos. Trachealabstriche	7 (50%)	11 (79%)	12 (86%)	14 (100%)
Allgemein - Infektionen	Anzahl der pos. Trachealabstriche	8 (100%)	-	-	-
Intoxikationen	Anzahl der pos. Trachealabstriche	12 (80%)	14 (93%)	15 (100%)	-
Zerebrale Erkrankungen	Anzahl der pos. Trachealabstriche	3 (50%)	4 (67%)	6 (100%)	-

Tabelle 6: Zeitliches Auftreten erster positiver Trachealabstriche bei verschiedenen Grunderkrankungen im Verlauf der Behandlung

Kinder mit verschiedenen pulmonalen Erkrankungen zeigten hinsichtlich des Zeitpunktes der bakteriellen Besiedlung keine wesentlichen Unterschiede.

3.2.3. Einfluß des Geburtsgewichtes bei Beginn der Beatmung

Niedriges Geburtsgewicht und Unreife werden für eine besondere Empfindlichkeit der Neugeborenen gegenüber bakteriellen Infekten verantwortlich gemacht.
Unter 103 beatmeten Neugeborenen waren 63 Unreifgeborene (Geburtsgewicht < 2.500 g) und 40 Reifgeborene (Geburtsgewicht ≥ 2.500 g). Beim Vergleich der Zeitpunkte der Keimbesiedlung in den Luftwegen ergab sich, daß bis zum 7. Beatmungstag schon 90 % der Trachealabstriche der Reifgeborenen positiv waren, während es bei den Unreifgeborenen bis zu diesem Zeitpunkt nur 63 % waren. Ursächlich könnte hier eine Rolle spielen, daß Frühgeborene viel häufiger wegen zerebraler und pulmonaler Lungenreife beatmet werden mußten als Reifgeborene, bei denen Geburtskomplikationen mit Fruchtwasseraspiration öfters vorkamen.

3.3. Verteilung und zeitliches Auftreten verschiedener Keime in den ersten Trachealabstrichen während der Beatmung

Es wurden bis zum 24. Beatmungstag vier Zeitintervalle festgelegt und hinsichtlich des Keimspektrums überprüft.
Zunächst soll die Verteilung grampositiver und gramnegativer Keime untersucht werden (Tabelle 7).

Erreger	1. - 4.	5. - 7.	8. - 14.	15. - 24. Tag
gram -	60 %	86 %	91 %	66 %
gram +	35 %	9 %	6 %	27 %
Hefe	4 %	3 %	3 %	7 %
Sonstige	1 %	2 %	-	-

Tabelle 7: Prozentualer Anteil an grampositiven und gramnegativen Keimen in 174 ersten positiven Trachealabstrichen

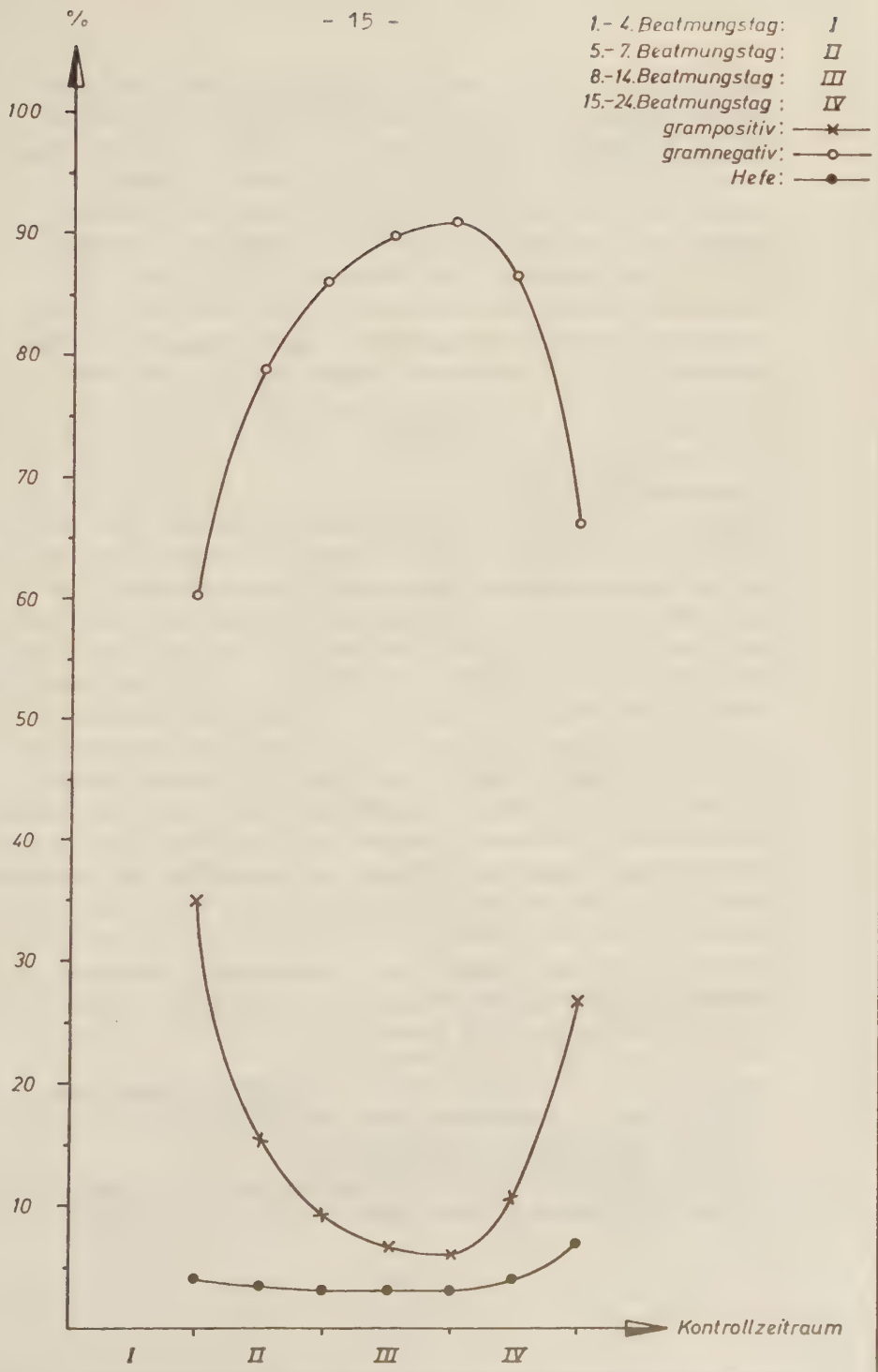

Abb.: 3 *Prozentualer Anteil an grampositiven und gramnegativen Keimen und an Hefen in 174 positiven Erstbefunden bis zum 24. Beatmungstag.*

Innerhalb der ersten vier Beatmungstage waren 60 % aller gefundenen Keime gramnegativer Art und nur 35 % grampositiv. In den Trachealabstrichen, die erst zu einem späteren Zeitpunkt der Beatmung positiv wurden, waren die grampositiven Erreger nur noch zu einem geringen Prozentsatz vertreten. Interessant ist, daß der Anteil an grampositiven Keimen vom 15.- 24. Beatmungstag wieder anstieg (s. a. Abb. 3). Insgesamt gesehen spielten aber die gramnegativen Keime zu jedem Zeitpunkt der Beatmung eine dominierende Rolle. Sie machten 72 % aller gefundenen Keime aus, die grampositiven dagegen nur 23 % und die Hefen waren nur mit 4 % vertreten.

Die Tabelle 8 zeigt das bis zum 24. Beatmungstag gefundene Erregerspektrum auf.
Innerhalb der ersten vier Beatmungstage standen die Staphylokokken mit 26 % an der Spitze. Pseudomonas aeruginosa war mit 20 % am zweithäufigsten vertreten. Es folgten dann in abnehmender Reihenfolge: Klebsiella-Enterobacter, Escherichia coli und Serratia. Die hämolysierenden Streptokokken, die Enterokokken, Pneumokokken und Hefen waren seltener vertreten. Vom 5.-7. Beatmungstag an wurden Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella-Enterobacter und Serratia häufiger gefunden, während die Staphylokokken unter dem Einfluß der Therapie zurückgingen. In diesem Zeitintervall waren nur noch 5 % der Trachealabstriche Staphylokokken-positiv. Streptokokken und Enterokokken gingen im Vergleich zu den ersten vier Beatmungstagen um die Hälfte zurück. Auch bei Escherichia coli war eine leicht abnehmende Tendenz feststellbar.
Auffällig ist, daß Proteus nur in dem zuletzt genannten Intervall 2 % der aufgetretenen Keime ausmachte und sonst nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Betrachtet man den etwas längeren Beatmungszeitraum vom 8.- 14. Tag, so dominierten auch hier Pseudomonas aeruginosa, Serratia und Klebsiella-Enterobacter.
Es wurde bereits erwähnt, daß die grampositiven Keime vom 15.-24. Beatmungstag wieder stärker in den Vordergrund traten.

Staphylokokken wurden mit 13 % etwa gleich häufig wie die gramnegativen Serratien angetroffen. Zu den dominierenden Keimen zählten auch in diesem späten Zeitraum der Beatmung Pseudomonas aeruginosa und Klebsiella-Enterobacter.
Es fällt auf, daß die Hefen in jedem Beatmungsintervall gleich häufig vertreten waren, sie insgesamt gesehen aber nur einen geringen prozentualen Anteil an allen aufgetretenen Keimen bildeten.

Keime	Beatmungstage				Keime	
in %	1.- 4.	5.- 7.	8.-14.	15.-24.	n	%
Ps.-aerug.	20	30	40	26,5	60	26
Klebs.-Entb.	15	25	20	26,5	44	19
Staph.	26	5	3	13	37	16
Serratia	12	19	25	13	36	16
E. coli	13	10	6	-	23	10
Hefe	4	3	3	7	9	4
Strept.	4	2	3	7	8	4
Enterok.	4	2	-	7	7	3
Sonstige	1	2	-	-	2	1
Pneumok.	1	-	-	-	1	0,5
Proteus	-	2	-	-	1	0,5
Anzahl der isolierten Keime (n)	119	59	35	15	228	100
Anzahl der pos. Trachealabstriche (n)	92	44	28	10	174	

Tabelle 8: Verteilung und zeitliches Auftreten der Erreger erster positiver Trachealabstriche bei 174 beatmeten Kindern

Die Verteilung verschiedener Keime in den erstmals positiven Trachealabstrichen bei den Neugeborenen, Säuglingen und älteren Kindern ist in Tabelle 9 dargestellt.

	Neugeborene n= 103		Säuglinge n= 44		ältere Kinder n= 27	
	n	%	n	%	n	%
Ps. aerug.	31	24	17	27	12	31
Serratia	27	21	6	10	3	8
Klebs.-Entb.	27	21	11	18	6	16
E. coli	13	10	7	11	3	8
Proteus	-	-	-	-	1	3
Staph.	19	15	12	19	6	16
Strept.	4	3	1	2	3	8
Enterok.	3	2,5	4	6	-	-
Pneumok.	-	-	1	2	-	-
Hefe	3	2,5	2	3	4	10
Sonstige	1	1	1	2	-	-
Keime n / %	128	100	62	100	38	100

Tabelle 9: Erregerspektrum erstmals positiver Trachealabstriche bei verschiedenen Altersgruppen

In den erstmals positiven Abstrichbefunden der 103 Neugeborenen war Pseudomonas aeruginosa mit 24 % von 128 nachgewiesenen Keimen am häufigsten vertreten. Es folgten mit je 21 % Serratia und Klebsiella-Enterobacter. 10 % der isolierten Keime machte Escherichia coli aus.
Aus der Gruppe der grampositiven Bakterien waren Staphylokokken am häufigsten vertreten, während Streptokokken und Enterokokken nur in geringer Anzahl isoliert werden konnten.
Auch in den Abstrichbefunden der Säuglinge wurde Pseudomonas aeruginosa in großer Anzahl nachgewiesen. Serratia trat seltener

auf als bei den Neugeborenen und war etwa gleich häufig wie Escherichia coli vertreten.
Bei den älteren Kindern war Pseudomonas aeruginosa ebenfalls der dominierende Keim, gefolgt von Staphylokokken und Klebsiella-Enterobacter.

Bei allen Kindern war Pseudomonas aeruginosa am häufigsten aus den Trachealsekreten zu isolieren. Es scheint bemerkenswert zu sein, daß Serratia bevorzugt bei den Neugeborenen vorkam, selten jedoch bei den älteren Kindern beobachtet wurde.

Die Überprüfung des Keimspektrums bei den verschiedenen Krankheitsgruppen ergab eine ähnliche Verteilung gramnegativer und grampositiver Erreger wie sie schon bei den verschiedenen Altersgruppen vorgefunden wurde (Tabelle 10).
Ohne Bevorzugung einer Grunderkrankung entstammten bei allen Kindern die vorherrschenden Keime der Gruppe der gramnegativen Bakterien: Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella-Enterobacter und Serratia.
Von den grampositiven Erregern spielten die Staphylokokken die größte Rolle.
Die Hefen repräsentierten bei den zerebralen Erkrankungen ein Viertel aller isolierten Keime, während sie bei den Intoxikationen und kardiovaskulären Erkrankungen überhaupt nicht nachgewiesen wurden und bei den übrigen Grundleiden nur in geringer Anzahl vorhanden waren.
Proteus, der in allen 174 erstmals positiven Trachealabstrichen nur einmal isoliert werden konnte, trat in der Gruppe der Intoxikationen auf. Escherichia coli konnte bei allen Krankheitsgruppen, mit Ausnahme der zerebralen Erkrankungen, in annähernd gleicher Häufigkeit nachgewiesen werden.

Das zeitliche Auftreten der isolierten Keime bei den verschiedenen Grunderkrankungen ist aus Tabelle 11 ersichtlich.
Die Keimbesiedlung der Trachea fand unabhängig vom Grundleiden bei der Mehrzahl der Patienten innerhalb der ersten vier Beatmungstage statt. Zu den Anfangskeimen zählten in erster Linie Staphylokokken und aus der Reihe der gramnegativen Bakterien

Pseudomonas aeruginosa, Serratia und Klebsiella-Enterobacter. Während die gramnegativen Erreger auch noch in der Spätphase der Beatmung isoliert werden konnten, traten Staphylokokken nur noch vereinzelt in Erscheinung.

Grunderkrankungen	Ps. aerug.		Serratia		Klebs.-Entb.		E. coli		Proteus		Hefe	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pulmonale Erkrankungen n = 103	33	25	23	18	26	20	14	11	-	-	4	3
Kardiovaskuläre Erkrankungen n = 28	12	31	7	18	4	11	4	11	-	-	-	-
Thorax- und Abdominalchirurgie n = 14	3	19	3	19	4	25	1	6	-	-	2	12
Allgemein - Infektionen n = 8	2	14	-	-	3	22	2	14	-	-	1	7
Intoxikationen n = 15	8	35	1	4	6	26	2	9	1	4	-	-
Zerebrale Erkrankungen n = 6	2	25	2	25	1	12,5	-	-	-	-	2	25

	Staph.		Strept.		Enterok.		Pneumok.		Sonstige		n Keime	n Trachealabstriche
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Pulmonale Erkrankungen n = 103	18	14	6	5	3	2	1	1	1	1	129	103
Kardiovaskuläre Erkrankungen n = 28	8	21	-	-	2	5	-	-	1	3	38	28
Thorax- und Abdominalchirurgie n = 14	3	19	-	-	-	-	-	-	-	-	16	14
Allgemein - Infektionen n = 8	3	22	1	7	2	14	-	-	-	-	14	8
Intoxikationen n = 15	4	18	1	4	-	-	-	-	-	-	23	15
Zerebrale Erkrankungen n = 6	1	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6

Tabelle 10: Erregerspektrum erstmals positiver Trachealabstriche bei verschiedenen Grunderkrankungen

	Pulmonale Erkrankungen n = 103				Kardiovaskuläre Erkrankungen n = 28				Thorax- u. Abdominalchirurgie n = 14			
	1.-4.	5.-7.	8.-14.	15.-24.	1.-4.	5.-7.	8.-14.	15.-24.	1.-4.	5.-7.	8.-14.	15.-24.
Ps. aerug.	8	9	13	3	4	6	1	1	2	1	-	-
Serratia	10	8	5	-	3	1	2	1	-	1	1	1
Klebs.-Entb.	7	10	7	2	1	3	-	-	2	-	-	2
E. coli	3	5	1	-	2	1	1	-	1	-	-	-
Proteus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Staph.	13	3	-	2	8	-	-	-	3	-	-	-
Strept.	3	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Enterok.	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Pneumok.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hefe	3	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-
Sonstige	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl der Keime	55	38	27	9	20	11	4	3	8	4	1	3
Anzahl der pos. TA	47	29	21	6	15	8	3	2	7	4	1	2

	Allgemein-Infektionen n = 8				Intoxikationen n = 15				Zerebrale Erkrankungen n = 6				n Keime
	1.-4.	5.-7.	8.-14.	15.-24.	1.-4.	5.-7.	8.-14.	15.-24.	1.-4.	5.-7.	8.-14.	15.-24.	
Ps. aerug.	2	-	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-	60
Serratia	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	36
Klebs.-Entb.	3	-	-	-	5	1	-	-	-	1	-	-	44
E. coli	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	23
Proteus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Staph.	3	-	-	-	3	-	1	-	1	-	-	-	37
Strept.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8
Enterok.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Pneumok.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Hefe	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	9
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Anzahl der Keime	14	-	-	-	17	5	1	-	5	1	2	-	228
Anzahl der pos. TA	8	-	-	-	12	2	1	-	3	1	2	-	174

Tabelle 11: Zeitliches Auftreten der isolierten Keime bei verschiedenen Grunderkrankungen

3.4. Zusammentreffen von gleichen Keimen in Trachealabstrichen, Blutkulturen und anderen Untersuchungsmaterialien

Bei 46 der 174 beatmeten Kinder konnten gleiche Erreger sowohl in den Trachealabstrichen als auch in Blutkulturen und / oder anderen Kulturen (Untersuchungsmaterialien wie z.B. Stuhl, Liquor, Blasenkatheterspitze, Mekonium u.a.) nachgewiesen werden.

Es wurde untersucht, ob die Keimbesiedlung der Trachea in jedem Fall der Erregerausbreitung vorausging oder ob die Trachea auch sekundär auf hämatogenem Wege oder von einem anderen Infektionsort aus besiedelt sein konnte.
Beim Vergleich der Trachealabstriche mit den Blutkulturen ergab sich, daß in acht Fällen offenbar Blut- und Luftwege gleichzeitig infiziert worden sind.
Bei drei Kindern war die Trachea primär besiedelt und nur bei zwei Patienten wurden die Trachealabstriche zu einem späteren Zeitpunkt positiv.
Bei 33 Kindern konnte der gleiche Erreger sowohl in den Trachealabstrichen als auch in anderen Untersuchungsmaterialien nachgewiesen werden. Eine gleichzeitige Besiedlung ergab sich bei neun Patienten. Eine sekundäre Keimbesiedlung der Trachea konnte bei neun Kindern beobachtet werden, während bei 15 Patienten umgekehrt die Erregerausbreitung offenbar von der primär besiedelten Trachea ausging.

3.5. Weitere Entwicklung der bakteriologischen Befunde während der Beatmung

Bei 70 von den 174 Kindern konnten im weiteren Beatmungsverlauf wiederholt positive Befunde nachgewiesen werden. Diese Kinder wurden im Durchschnitt 41 Tage (4 Tage bis 365 Tage) beatmet.
Die ersten positiven Trachealabstriche dieser Kinder ergaben in 51 Fällen nur Einzelerreger im Beatmungsverlauf. Weitere Kontrollabstriche zeigten bei 21 Kindern andere Keime als im ersten positiven Trachealabstrich, in 30 Fällen trat der gleiche Keim jedoch wieder auf, entweder allein oder in Kombination mit anderen Erregern.
Von den Keimen, die in den weiteren Verlaufskontrollen bei den 70 Patienten während der künstlichen Beatmung immer wieder festgestellt wurden, bildeten die gramnegativen Erreger (79 x Pseudomonas aeruginosa, 50 x Serratia, 39 x Klebsiella-Enterobacter und 34 x Escherichia coli) den größten Anteil. Die grampositiven Keime (17 x Staphylokokken, 7 x Enterokokken und 4 x Streptokokken) traten nur noch vereinzelt in Erscheinung, und zwar entweder als Einzelerreger oder in Kombination mit gramnegativen Keimen.

Pseudomonas aeruginosa persistierte am hartnäckigsten und war in den meisten Kontrollabstrichen immer wieder vorhanden. Er trat sowohl isoliert als auch in Kombination mit Klebsiella-Enterobacter, Escherichia coli und Serratia auf. Bei 18 Kindern wurden in den Kontrollabstrichen Hefen gefunden, die 11 x allein und 7 x kombiniert mit anderen Keimen auftraten.
Die Antibiotikatherapie wurde in erster Linie mit den halbsynthetischen Penicillinen (Ampicillin, Oxacillin) durchgeführt, häufig in Kombination mit den Aminoglykosiden (Gentamycin). Cephalosporine kamen auch in einigen Fällen zur Anwendung.
Die antibiotische Behandlung wurde bei acht Kindern schon vor Beatmungsbeginn eingesetzt, bei 44 Kindern vor dem

ersten positiven Trachealabstrich. 17 Kinder erhielten zum ersten Mal ein Antibiotikum auf Grund des ersten positiven Abstrichbefundes und nur ein Kind blieb während der Beatmungsdauer von 19 Tagen unbehandelt.
Bei 21 Kindern wurde das Antibiotikum mehr als einmal während der gesamten Beatmungstherapie gewechselt. Trotz der antibiotischen Behandlung persistierten jedoch die Keime in der Trachea.

3.6. Röntgenbefunde bei 174 beatmeten Kindern

Bei den hier untersuchten 174 Kindern wurden routinemäßig röntgenologische Kontrollaufnahmen der Lunge durchgeführt, um eine descendierende Pneumonie bei vorliegender Keimbesiedlung der Trachea frühzeitig zu erkennen.
Dabei zeigte sich, daß bei 94 Kindern (54 %) röntgenologisch nachweisbare Lungenveränderungen im Sinne einer pneumonischen Infiltration vorhanden waren, die sich während einer durchschnittlichen Beatmungsdauer von 22 Tagen entwickelt hatten.
Bei 41 Kindern fiel die Röntgenkontrolle negativ aus, wobei allerdings darauf hingewiesen werden muß, daß diese Patienten im Durchschnitt lediglich acht Tage beatmet wurden.
Bei einer dritten Gruppe von 39 Kindern (22 %) ließen sich schon vor Beginn der künstlichen Beatmung pneumonische Infiltrate röntgenologisch nachweisen.
Es wurde überprüft, ob bei den 41 Kindern ohne röntgenologisch nachweisbare Infiltration eine bessere klinische Situation vor Beginn der Beatmung bestanden hat als bei den Patienten mit positiven Röntgenbefunden.
Hierzu wurden die Altersverteilung in beiden Gruppen, die Grunderkrankungen, der Säure-Basen-Haushalt und die Blutgase zu Beginn der Beatmung miteinander verglichen (Tabelle 12).
Die Geburtsgewichte und die 1-Minuten Apgar-Werte der Neugeborenen wurden ebenfalls einander gegenübergestellt (Tabelle 13). Es zeigte sich, daß bei der Gegenüberstellung der Kinder mit und ohne röntgenologisch nachweisbare Infiltrationen keine auffälligen Unterschiede hinsichtlich der o.g. Parameter vorlagen. Eine Ausnahme bildete lediglich das Geburtsgewicht der Neugeborenen. 76 % aus der Gruppe der positiven Röntgenbefunde wiesen ein Geburtsgewicht von weniger als 2.500 g auf, während es bei den Neugeborenen mit negativem Röntgenbefund nur 42 % waren.
Ein wesentlicher Faktor für die Entwicklung einer röntgenologisch nachweisbaren Infiltration könnte die Beatmungsdauer gewesen sein, da sie bei den Kindern mit positiven Röntgenbefunden durchschnittlich 22 Tage und bei denen mit negativem Befund im Durchschnitt nur acht Tage betrugen.

	Infiltration im Röntgenbild n Kinder = 94		keine Infiltration im Röntgenbild n Kinder = 41	
	n = 94	100 %	n = 41	100 %
Alter				
Neugeborene	63	67	33	81
Säuglinge	13	14	5	22
Ältere Kinder	18	19	3	7
Grunderkrankungen				
Pulmonale Erkrankungen	59	63	23	56
Kardiovaskuläre Erkrankungen	10	11	5	12
Thorax- und Abdominalchirurgie	6	6	7	17
Allgemein - Infektionen	4	4	1	2,5
Intoxikationen	12	13	3	7,5
Zerebrale Erkrankungen	3	3	2	5
Säure-Basen-Haushalt und Blutgase				
pH $<$ 7,2	16	17	12	29
pH $\geq$ 7,2	78	83	29	71
$p_aCO_2 \leq$ 70 mmHg	83	88	33	80
$p_aCO_2 >$ 70 mmHg	11	12	8	20
$p_aO_2 <$ 50 mmHg	35	37	13	32
$p_aO_2 \geq$ 50 mmHg	59	63	28	68

Tabelle 12: Alter, Grunderkrankung, Säure-Basen-Haushalt und Blutgase bei Kindern mit und ohne röntgenologisch nachweisbaren Infiltrationen

Neugeborene	Infiltration im Röntgenbild n Kinder = 63		keine Infiltration im Röntgenbild n Kinder = 33	
	n = 63	100 %	n = 33	100 %
Geburtsgewicht $\leq$ 2.500 g	48	76	14	42
Geburtsgewicht $\geq$ 2.500 g	15	24	19	58
Apgar $\leq$ 6	39	62	18	55
Apgar $\geq$ 6	24	38	15	45

Tabelle 13: Geburtsgewicht und 1-Minuten Apgar-Wert bei Kindern mit und ohne röntgenologisch nachweisbaren Infiltrationen

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ergibt sich bei der Betrachtung des Keimspektrums in Abhängigkeit vom jeweiligen Röntgenbefund der Lunge.
Wie aus der Tabelle 14 ersichtlich, zeigte das Verteilungsmuster gramnegativer und grampositiver Keime einen annähernd gleichen prozentualen Anteil der verschiedenen Erregerarten.

	Infiltration im Röntgenbild n Kinder = 94		keine Infiltration im Röntgenbild n Kinder = 41	
	n Keime	%	n Keime	%
Ps. aerug.	30	23,8	11	22
Klebs.-Entb.	26	20,6	11	22
Serratia	23	18,3	8	16
E. coli	12	9,5	4	8
Proteus	-	-	1	2
Gramnegative Keime n / %	91	72,2	35	70
Staphylokokken	22	17,4	10	20
Streptokokken	4	3,2	2	4
Enterokokken	3	2,4	1	2
Pneumokokken	1	0,8	-	-
Grampositive Keime n / %	30	23,8	13	26
Hefe n / %	5	4,0	2	4
Keime n / %	126	100,0	50	100

Tabelle 14: Keimspektrum bei 94 Kindern mit auffälligen und bei 41 Kindern mit unauffälligen Röntgenbefunden während der Beatmung.

Die gramnegativen Keime überwogen. Überraschend ist jedoch die große Zahl der Staphylokokken-positiven Befunde. Die klinische Bedeutung von Trachealabstrichen könnte nicht deutlicher unterstrichen werden, als es aus diesen Befunden hervorgeht. Läßt sich doch aus dem Röntgenbild allein keine Diagnose einer Infektion der Lunge eines Kindes stellen und schon gar keine gezielte Therapie ableiten. Der bakteriologischen Erstdiagnose von Atemwegserkrankungen kommt daher die größte Bedeutung, vor allem in der Intensivpflege, zu.

3.7. Keimspektrum und Obduktionsbefund der während der Beatmung verstorbenen Kinder

Von 174 beatmeten Kindern verstarben 50 (29 %) nach einer durchschnittlichen Beatmungsdauer von 15 Tagen.
Die Altersverteilung der verstorbenen Kinder zeigte eine Häufung in der Gruppe der Frühgeborenen (54 %).
Das Erregerspektrum der ersten positiven Trachealabstriche wies keinen Unterschied zu den Überlebenden auf. Es überwogen mit 68 % die gramnegativen Keime. Am häufigsten wurden Pseudomonas aeruginosa, Serratia, Klebsiella-Enterobacter und Staphylokokken nachgewiesen.
Auch der Zeitpunkt der Keimbesiedlung ergab keinen Unterschied. Bis zum 4. Beatmungstag hatten 58 % der verstorbenen Patienten ihren ersten positiven Trachealabstrich. Bis auf drei Kinder, die keine Antibiotika erhielten, unterlagen alle einer antibiotischen Behandlungsdauer von durchschnittlich 12 Tagen.

Bei 38 der Verstorbenen wurde eine Obduktion durchgeführt.
In 27 Fällen (71 %) konnte eine Bronchopneumonie und / oder Tracheobronchitis festgestellt werden (Tracheobronchitis n=5, Bronchopneumonie n=11, Tracheobronchitis + Bronchopneumonie n=9, Abszesse n=2). Bei 20 Kindern bestand schon vor Beatmungsbeginn ein pulmonales Grundleiden. Dieses hat möglicherweise das Angehen einer pulmonalen Infektion erleichtert.
Die Frühgeborenen machten bei den Kindern mit nachgewiesener Pneumonie den größten Anteil aus (63 %).
Das Röntgenbild stimmte in 25 Fällen mit dem Obduktionsbefund überein. Bei acht Kindern wurde jedoch trotz positivem Röntgenbefund kein Hinweis auf eine pathologisch-anatomisch faßbare Pneumonie gefunden.

4. Diskussion

Die pulmonalen Infektionen während einer künstlichen Beatmung in der Intensivpflege werden gemeinhin überwiegend der Beatmungstechnologie angelastet. Respirator, Anfeuchter, Schlauchsysteme und intensivstationseigene Hospitalkeime werden als Hauptinfektionsquelle angesehen (Philips und Spencer 1965; Philips 1967; Gartwright und Hargrave 1970; Reinarz et al. 1965; Edmonson et al. 1966; Covelli et al. 1966; Perea et al. 1975). Es gibt nur wenige Autoren, die die Ansicht vertreten, daß nicht nur Beatmungsgeräte verantwortlich sind für die Infektionen mit gramnegativen und grampositiven Keimen. Tinne (1967) und Hofmann (1974) stellen eine Keimübertragung vom Patienten auf das Beatmungsgerät in den Vordergrund.
Zur Diagnose und Kontrolle der Befunde einer Beatmung wird in der Regel der Schleimhautabstrich aus der Luftröhre herangezogen. Bei Kindern soll der Abstrichbefund repräsentativ auch für die bakteriologische Situation des Lungenparenchyms sein. Hierfür könnten u.a. auch die kleinen anatomischen Verhältnisse verantwortlich sein (Mau 1977).
Die Respiratoren der Intensivpflegestation der Universitätskinderklinik Düsseldorf werden strengen hygienischen Kontrollen unterzogen. Reinigung und Desinfektion des gesamten Anfeuchter- und Schlauchsystems erfolgt in 24-Stunden-Intervallen. Bakteriologische Kontrollen haben die Wirksamkeit der Maßnahmen bestätigt. Das Atemgas wird außerdem durch ein Bakterienfilter und durch den mit 100°C betriebenen Verdampfer-Anfeuchter aufbereitet, so daß das Respiratorsystem als Infektionsquelle nicht in Betracht kommen dürfte. Somit ist die Bakterien-Flora des Respirationstraktes bei unseren Patienten praktisch von Faktoren bestimmt, die beim Patienten mit seiner spezifischen Krankheitssituation liegen. Es liegt daher nahe, bei positiven Abstrichbefunden die Begleitumstände der Keimbesiedlung näher zu untersuchen.

Die Gegenüberstellung von 174 Patienten, deren erster Abstrich von der Luftröhrenschleimhaut eine Keimbesiedlung erkennen ließ,

mit 80 anderen ohne jeden Befund im Abstrich ergab, daß beide Gruppen sich offensichtlich nur im Hinblick auf die Blutgase unterschieden (s.a. Tab. 4). Diese Unterschiede erwiesen sich als statistisch signifikant.
Weder die Grunderkrankung, noch Geburtsgewicht und Lebensalter spielten eine erkennbar wichtige Rolle in der Beziehung zur bakteriellen Besiedlung der Luftröhre.
Säure-Basen-Haushalt und p_aO_2 sind wichtige Meßgrößen der Vitalfunktion Atmung. Starke Abweichungen vom Normalwert zeigen an, daß die betreffenden Patienten eine schwere respiratorische Insuffizienz aufwiesen. Solche Kinder benötigten schließlich auch erheblich längere Beatmungszeiten im Vergleich zu denen, deren Abstrich steril blieb.
Auf den Einfluß schwerer Vitalfunktionsstörungen - hier der Atmung - auf pulmonale Abwehrmechanismen haben schon Green (1968) und Johanson (1972) hingewiesen. Auch sie finden wie wir, daß Azidose und Blutdruckabfall Wegbereiter für eine nachfolgende Keimbesiedlung der Trachea sind.
Nach den eigenen Ergebnissen wiesen von 174 Patienten 15,5 % (27) einen keim-positiven Trachealabstrich schon am ersten Beatmungstage auf. Bis zum 3. Tag stieg die Rate der weiteren Kolonisation um durchschnittlich 15 % pro Tag an.
Frühbesiedlung fand sich vor allem bei Kindern mit schweren Allgemein-Infektionen, bei denen die Lunge offenbar mitbetroffen war. Auch die schweren Vergiftungen mit Halogenkohlenwasserstoffen scheinen durch rasche Besiedlung der Luftröhre gekennzeichnet zu sein. Hier könnte unzureichende Hygiene während der künstlichen Beatmung auf dem Verlegungstransport und versehentliche Aspiration kontaminierten Materials bei der Magenspülung verantwortlich gewesen sein. Auch kann vielleicht die überwiegend pulmonale Elimination der Halogenkohlenwasserstoffe das Epithel schädigen und der Infektion Vorschub leisten.
In dieser Hinsicht weichen die eigenen Befunde von denen der Literatur ab. Steinbereithner (1971) und V.O. Lang (1975) setzen den kritischen Zeitraum einer Keimbesiedlung unter künstlicher Beatmung mit 3 bis 5 Tagen fest. Larson (1970), Redman und Mitarbeiter (1967) wiesen an Patienten einer chirurgischen

Abteilung nach, daß die Intubationsdauer für die Kolonisation der Luftröhre verantwortlich war. Ihre Patienten sind jedoch aus völlig anderen Gründen beatmet worden, die in den allermeisten Fällen nicht pulmonal bedingt waren. Hier unterscheiden sich internistische und chirurgische Intensivpflegestationen hinsichtlich ihrer Beatmungsindikationen erheblich.
Es ist auffallend, daß Neu- und Frühgeborene hinsichtlich der Infektionen der Atemwege während der ersten Beatmungstage sich nicht als gefährdeter auszeichneten als ältere Kinder. Diese wiesen viel häufiger schon im ersten Abstrich positive Befunde auf. Hier wirkt sich die unterschiedliche Morbidität von Neugeborenen und älteren Kindern aus. Letztere werden häufiger aus primär oder sekundär pulmonaler Ursache der Beatmung zugeführt. Es fällt auf, daß sogar die durch ihren natürlichen Immundefekt besonders gefährdeten Frühgeborenen weiniger positive Abstriche bei Beatmungsbeginn aufwiesen als Reifgeborene. Während Frühgeborene eher durch das Membransyndrom gefährdet sind - das ja eigentlich keine Infektionsdisposition darstellt - kommen bei Reifgeborenen mehr Fruchtwasseraspiration und andere Geburtskomplikationen vor.
Insgesamt überwogen die gramnegativen Keime in den Trachealabstrichen, die im Verlauf einer Beatmung gewonnen wurden. Je länger eine Beatmung notwendig war, desto mehr war eine überwiegend gramnegative Flora zu erwarten. Hier stellt Pseudomonas aeruginosa den Hauptproblemkeim dar (Jüngst 1971; Kanz 1969; Manz 1970; Daschner und Marget 1971; Tosberg 1971). Vergleichsweise viel seltener waren Klebsiella-Enterobacter, Serratia und E. coli. Nur ein Kind wurde im Verlauf der Beatmung von Proteus besiedelt. Hofmann (1974) und Bryant (1972) dagegen beschreiben ihn zusammen mit Pseudomonas aeruginosa als häufigsten Keim in Abstrichbefunden beatmeter Patienten. Grampositive Keime fanden sich im wesentlichen in den ersten vier Beatmungstagen. Staphylokokken dominierten. Da sie bisher gut zu behandeln sind, ist ihr späteres Verschwinden während des Verlaufs leicht erklärlich. Aus der antibiotischen Therapie erklärt sich auch die Zunahme der gramnegativen Flora. Der Selektionsdruck durch die verwendeten Penicilline und Cephalosporine begünstigt ihre Vermehrung (Kanz 1969).

Es braucht angesichts der prophylaktischen Reinigungs- und Desinfektionsverfahren sowie der sorgfältigen Pflegemaßnahmen wohl nicht davon ausgegangen zu werden, daß der Erregerwechsel von grampositiv nach gramnegativ ausschließlich durch die Beatmungstechnik verursacht wird.
Neben den Befunden mit grampositiven und gramnegativen Erregern spielten die Hefen bei allen Altersklassen eine untergeordnete Rolle. Offenbar ist das die Wirkung einer insgesamt zurückhaltend angewendeten Chemotherapie.
Die bakteriologischen Befundkontrollen, die während der künstlichen Beatmung auf der Intensivpflegestation bei jedem Kind durchgeführt wurden, zeigen sehr deutlich, daß auch ein häufiger Antibiotikawechsel die gramnegativen Keime nicht ausschließen kann. Manz (1970) sieht den Hauptgrund in der häufig geringen Antibiotikawirkung darin, daß die Ausbreitung gramnegativer Keime vornehmlich entlang der vorgezeichneten anatomischen Wege wie besonders Respirationstrakt und Urogenitaltrakt erfolgt, und es gerade hier oft schwierig ist, genügend hohe Antibiotikaspiegel zu erzielen. Aber auch die Abwehrlage des Patienten spielt für eine wirkungsvolle Chemotherapie eine wichtige Rolle (Daschner und Marget 1972), denn sie hat dort ihre Grenzen, wo die körperliche Abwehr nicht mehr in der Lage ist, die Wirkung der Antibiotika in vivo zu unterstützen.

Von besonderem Interesse ist die nahezu identische Verteilung grampositiver und gramnegativer Keime in den Trachealabstrichen der Kinder mit röntgenologisch nachweisbaren Lungeninfiltrationen und derjenigen mit unauffälligen Röntgenbefunden.
Diese Tatsache stellt die bakteriologische Untersuchung des Trachealabstriches als Routinemethode zur Einordnung von Infektionen der Atemwege während der Beatmung neben die Röntgenuntersuchung und gibt ihr unter Umständen größere Bedeutung für die Therapie, z.B. bei Infektionen mit gramnegativen Keimen. Auf der anderen Seite ist es nicht möglich, auf Grund des bakteriologischen Ergebnisses des Trachealabstriches ohne weiteres auch auf die parenchymatröse Infektion der Lunge zurückzuschließen (im Gegensatz zu Mau 1977; s.a. Bryant 1972).

Wenn hingegen positives Abstrichergebnis, ein Röntgenbild mit Zeichen der Infektion und eine Verschlechterung des klinischen Zustandes zusammentreffen, erkennbar z.B. am Anstieg des p_aCO_2- Wertes, ist eine antibiotische Chemotherapie zu erwägen, die auch die gramnegativen Keime gleichzeitig miterfassen sollte. Daraus ergibt sich ein insgesamt stark eingeschränkter Gebrauch der antibiotischen Therapie gegenüber dem üblichen klinischen Alltag. Jedoch ist es nur so möglich, in Intensivpflegestationen der Entwicklung eines Hospitalismus zu begegnen.

Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, daß auch sorgfältigste Asepsis im Gebrauch der technischen Atemhilfen und Respiratoren die Infektionsgefahr der Patienten nicht restlos ausschließen kann. Auch die Antibiotika stellen keine Lösung des Problems dar. Es ist sehr wichtig, frühzeitig im Beginn der Behandlung eine mikrobiologische Diagnostik zu beginnen, die noch engmaschiger gestaltet werden sollte als die, welche der Untersuchung zugrunde liegt. Am Beginn und in 3-Tage-Intervallen sollten Abstrichkontrollen vorgenommen werden. Nur auf diese Weise und unter Berücksichtigung wichtiger anamnestischer Faktoren und des klinischen Verlaufs lassen sich gefährliche Entwicklungen frühzeitig erkennen.

5. Zusammenfassung

Abweichungen des Säure-Basen-Haushaltes und des normalen p_aO_2- Wertes sind signifikant mit einer nachfolgenden bakteriellen Besiedlung der Luftröhre verbunden.
Bei 174 Kindern mit positiven Abstrichbefunden im Beatmungsverlauf war in den ersten drei Tagen eine rasche Zunahme der Erstinfektionen zu verzeichnen, sie verlangsamte sich jedoch in den folgenden Tagen.
Frühbesiedlung fand sich vor allem bei Kindern mit schweren Allgemein-Infektionen und bei solchen mit Halogenkohlenwasserstoffvergiftungen. Ältere Kinder zeigten frühzeitiger eine Infektion der Luftwege als Neugeborene.
Im Verlauf der Beatmung überwogen gramnegative Keime bei weitem im Erregerspektrum. Pseudomonas aeruginosa konnte am häufigsten isoliert werden. Grampositive Keime (Staphylokokken) fanden sich hauptsächlich am Beginn der Beatmung. Sie verschwanden rasch unter der Therapie. Die Hefen spielten keine klinisch ins Gewicht fallende Rolle.
Eine keimpositive Trachealkultur spricht nicht gleichzeitig auch für eine pulmonale Infektion. Mit Hilfe bakteriologischer Abstrichkontrollen lassen sich jedoch röntgenologisch sichtbare Lungeninfiltrationen einer sicheren Therapie zuführen.
Der wichtigste diagnostische Wert von Trachealabstrichen liegt soweit darin, daß mit Hilfe bakteriologischer Kontrollen die Antibiotikawirkung am Patienten beurteilt werden kann.

6. Literaturverzeichnis

Bryant, L.R., Trinkle, K., Mobbin-Uddin, K., Baker, J., Griffen, W.O.
: Bacterial colonization profile with tracheal intubation and mechanical ventilation
Arch. Surg. 104 (1972), 647-651

Covelli, H.D., Kleeman, J., Martin, J.E., Landau, W.L., Hughes, R.L.
: Bacterial emission from both vapor and aerosol humidifiers
Am Rev Respir. Dis. 108 (1973),698-701

Daily, W.J.R., Sunshine, Ph., Smith, P.C.
: Mechanical ventilation of newborn infants: Five years'experience
Anesthesiology 34 (1971) 132

Daschner, F., Marget, W.
: Erfordert die Intensivpflegestation eine spezielle Chemotherapie?
In: Bücherei des Pädiaters, Heft 70 hrsg. von O.Vivell und W.Burmeister
Enke Verlag, (1973), 105-108

Edmonson, E.B., Reinarz, J.A., Pierce, A.K., Sandford, J.P.
: Nebulization equipment.
A potential source of infection in gram-negative pneumonias
Amer. Dis. Child., 111, (1966), 357-360

Gartwright, R.Y., Hargrave, P.R.
: Pseudomonas in ventilators
Lancet 1 (1970), 40

Green, G.M.,
: Pulmonary clearance of infectious agents
Annu. Rev Med 19 (1968), 315-336

Gruber, H.S., Klaus, M.H.
: Intermittent mask and bag therapy: an alternative approach to respirator therapy for infants with severe respiratory distress
J. Pediatr 76 (1970), 194-201

Heese, H. de V., Harrison, V.C., Klein, M., Malan, A.F. : Intermittent positive pressure ventilation in hyaline membrane disease
J Pediatr 76 (1970), 183-193

Hofmann, W., Bleyl, U., Timme, A., Höpker, W.-W., Bokelmann, D., Simmendinger, H.J., Nassal, J. : Intra-vitam und post-mortem Untersuchungen des Erregerspektrums am Respirationstrakt
Dtsch Med Wochenschr 99 (1974) 1223-1235

Johanson, W.G. : Nosocomial respiratory infections with gram-negative bacilli. The significance of colonization of the respiratory tract
Ann Intern Med 77 (1972, 701-706

Jüngst, B.-K., Jüngst-Grieg, U. : Bakteriologische befunde bei tracheotomierten Kindern
In: Pädiatrische Intensivpflege, Heft 6
hrsg. von Peter Lemburg
Enke Verlag, (1973), 116-121

Kanz, E. : Die Problematik der Intensivbehandlung aus der Sicht des Krankenhaushygienikers, in Planung, Organisation und Einrichtung von Intensivbehandlungseinheiten am Krankenhaus.
hrsg. von H.W. Opderbecke
Springer, Berlin (1969),

Kanz, E. : Hospitalismus auf Intensivpflegeeinheiten - ein schwieriges hygienisches Problem
Chirurg 40, (1969), 180-184

Lang, V.O. : Die Behandlung der gramnegativen Pneumonien bei Früh- und Neugeborenen
In: Pädiatrische Intensivmedizin,Band I
hrsg. von Peter Emmrich
Thieme-Verlag, Stuttgart, (1977), 192-196

Larson, E. : Bacterial colonization of tracheal tubes of patients in a surgical intensive care unit
Nurs Res (New York) 19, No 2 (1970) 122-128

Loewenich, v. V. : Indikationen, Durchführung und Komplikationen der künstlichen Beatmung beim Neugeborenen
In: Das Atemnotsyndrom des Neugeborenen Band 3
hrsg. von Carl Mietens
Thieme-Verlag, Stuttgart, (1977),82-91

Manz, R., Feifel, G., Drost, R., Wendt, S. : Infektionsprobleme auf einer Intensivpflegestation
Anaesthesist 19 (1970), 105-109

Marget, W., Daschner, F. : Die Intensivpflegestation: Das Mekka für Mikroben
Fortschr Med 89 Nr.24 (1971),895-896

Mau, G. : Lungeninfektionen bei künstlicher Beatmung
In: Neugeboreneninfektionen
hrsg. von Claus Simon und Volker von Loewenich
Enke-Verlag (1978), 117-121

Perea, E.J., Criado, A., Moreno, M., Avello, F. : Mechanical ventilators vehicles of infection
Acta Anaesthesiol Scand (Suppl) 19, (1975), 180-186

Philips, I. : Pseudomonas aeruginosa respiratory tract infections in patients receiving mechanical ventilation
J Hyg Camb 65 (1967), 229-235

Philips, I., Spencer, G. : Pseudomonas cross-infection: due to contaminated respiratory apparatus
Lancet 2 (1965), 1325-1327

Podlesch, I. : Komplikationen der prolongierten nasotrachealen Intubation im Kindesalter
In: Pädiatrische Intensivpflege,Heft 68
hrsg. von Peter Lemburg
Enke-Verlag, Stuttgart (1973)

Räihiä, N., : Artificial ventilation of the very small premature infant with respiratory insufficiency
Biol Neonate 16 (1970), 184-186

Redman, L.R.
Lockey, E. : Colonization of the upper respiratory tract with gram-negative bacilli after operation, endotracheal intubation and prophylactic antibiotic therapy
Anaesthesia 22: (1967), 220-227

Reinarz, J.A.,
Pierce, A.K.,
Mays, B.B.,
Sandford, J.B. : The potential role of inhalation therapy equipment in nosocomial pulmonary infection
J Clin Invest 44 (1965), 831-839

Steinbereithner, K.
Krenn, J.,
Schertler, R.,
Vecsei, V.,
Bauer, E. : Bronchopulmonale Infektion als Komplikation der Langzeitbeatmung
In: Lungenveränderungen bei Langzeitbeatmung
hrsg. von K.Wiemers und K.L. Scholler
Thieme-Verlag, Stuttgart (1971), 52-63

Stern, L. : Results of artificial ventilation in the newborn
Biol Neonate 16 (1970), 155-

Stopfkuchen, H.,
Eckert, H.-G.,
Emmrich, P.,
Tröger, J. : Komplikationen und Überlebensraten bei bei mechanisch beatmeten Früh- und Neugeborenen
Monatschr Kinderheilkd. 127 (1979)
454-460

Swyer, P. R. : Results of artificial ventilation
Biol Neonate 16 (1970), 148

Tinne, J.E.,
Gordon, A.M.,
Bain, W.H.,
Mackey, W. A. : Cross infection by pseudomonas aeruginosa as a hazard of intensive surgery
Br Med J 4 (1967), 313

Tosberg, P. : Fragen der Hygiene bei Respiratortherapie
In: Pädiatrische Intensivpflege, Heft 68
hrsg. von Peter Lemburg
Enke-Verlag, Stuttgart, (1973), 122-125

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. P. Lemburg für die freundliche Überlassung des Themas.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. med. I. Sprock für Ihren fachlichen Rat.

Lebenslauf

Am 7. April 1954 wurde ich, Beatrix Budde, als zweites Kind des Bauingenieurs Claus Budde und seiner Ehefrau Gabriele, geb. Weingärtner, in Gelsenkirchen geboren.

Von 1960 bis 1964 besuchte ich die dortige kath. Johannes-Volksschule. Von 1964 bis 1973 besuchte ich das Ricarda-Huch-Gymnasium in Gelsenkirchen. Im Mai 1973 legte ich ebenda meine Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1973 studierte ich Romanistik und Wirtschaftswissenschaften an der Ruhr-Universität Bochum.

Im Sommersemester 1974 nahm ich das Studium der Humanmedizin an der Universität in Düsseldorf auf. Dort legte ich im Sommersemester 1976 die Ärztliche Vorprüfung, im Sommersemester 1977 den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung sowie im Sommersemester 1979 den zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung ab.

Mit dem dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung habe ich das Studium im April 1980 abgeschlossen.

Seit dem 1. Juli 1980 bin ich als Assistenzärztin auf der gynäkologisch-geburtshilflichen Abteilung des Marienhospitals in Marl tätig.

DER DRUCKER - (Alte) Buscheystraße 138 - 4630 Bochum-Querenburg